

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-319177

(43)Date of publication of application : 31.10.2002

(51)Int.Cl.

G11B 7/135

G11B 7/005

G11B 7/09

(21)Application number : 2001-125222

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 24.04.2001

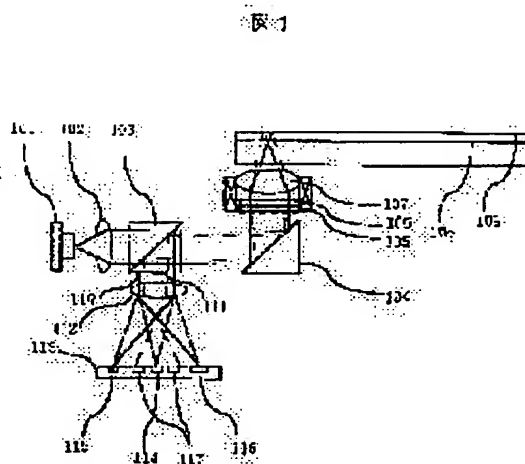
(72)Inventor : ARIYOSHI TETSUO

(54) OPTICAL HEAD AND OPTICAL DISK DRIVE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain good recording/reproducing characteristics also in a multilayer recording medium by suppressing the cross talk between layers.

SOLUTION: A light receiving part for detecting the cross talk between the layers provided around a light receiving part for detecting a reproduction signal detects the cross talk signal between the layers included in surroundings of convergent luminous flux when condensing reflected light from a target recording layer to detect the reproduction signal. The cross talk between the layers is canceled by carrying out the differential calculation of the cross talk signal between the layers with the reproduction signal.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-319177

(P2002-319177A)

(43) 公開日 平成14年10月31日 (2002.10.31)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード(参考)

G 1 1 B 7/135
7/005
7/09

G 1 1 B 7/135
7/005
7/09

Z 5 D 0 9 0
Z 5 D 1 1 8
B 5 D 1 1 9

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2001-125222(P2001-125222)

(22) 出願日 平成13年4月24日 (2001.4.24)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 有吉 哲夫

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(74) 代理人 100075096

弁理士 作田 康夫

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光ヘッドおよび光ディスク装置

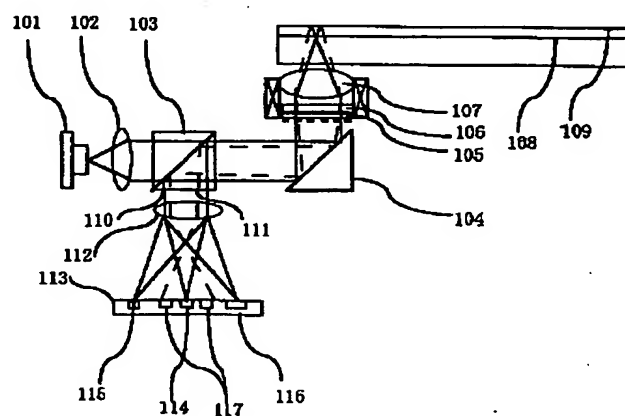
(57) 【要約】

【課題】 複数の記録層が形成された多層記録媒体を再生する際に、目的の記録層以外の記録層からの反射率変動が再生信号に漏れ込む層間クロストークが生じ、再生信号特性が劣化する。

【解決手段】 目的の記録層からの反射光を集光して再生信号を検出する際に、収束した光束の周りに含まれる層間クロストーク信号を再生信号検出用受光部の周りに具備された層間クロストーク検出用受光部で検出し、再生信号と差動演算することにより、層間クロストークをキャンセルする。

【効果】 本発明により、層間クロストークを抑圧することができ、多層記録媒体においても良好な記録再生特性が得られる。

図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 レーザ光源と、前記レーザ光源からの光を光ディスク上に集光する対物レンズと、前記光ディスクからの反射光を前記光学系から分岐する光分岐素子と、分岐された反射光を受光して電気信号に変換する受光素子と、前記受光素子からの電気信号から再生信号を得る演算回路から少なくとも構成される光ヘッドにおいて、前記受光部は前記光ディスクに複数形成されている記録層の目的の記録層からの反射光を検出する受光部と、目的の層以外からの反射光を検出する受光部とを有し、それぞれの信号を差動演算することにより再生信号を得ることを特徴とする光ヘッド。

【請求項 2】 レーザ光源と、前記レーザ光源からの光を光ディスク上に集光する対物レンズと、前記光ディスクからの反射光を前記光学系から分岐する光分岐素子と、分岐された反射光を受光して電気信号に変換する受光素子と、前記受光素子からの電気信号から再生信号を得る演算回路から少なくとも構成される光ヘッドにおいて、前記分岐された反射光はさらに少なくとも 2 つに分岐され、それぞれ受光部に集光されており、第一の光束の受光部は光束全体を受光し、第二の光束の受光部は光束の周辺部を受光し、それぞれの信号を差動演算することにより再生信号を得ることを特徴とする光ヘッド。

【請求項 3】 請求項 2 に記載の第二の光束を用いて、焦点位置ずれ信号を検出することを特徴とする光ヘッド。

【請求項 4】 レーザ光源と、前記レーザ光源からの光を光ディスク上に集光する対物レンズと、前記光ディスクからの反射光を前記光学系から分岐する光分岐素子と、分岐された反射光を受光して電気信号に変換する受光素子と、前記受光素子からの電気信号から再生信号を得る演算回路から少なくとも構成される光ディスク装置において、前記受光部は前記光ディスクに複数形成されている記録層の目的の記録層からの反射光を検出する受光部と、目的の層以外からの反射光を検出する受光部とを有し、それぞれの信号を差動演算することにより再生信号を得ることを特徴とする光ディスク装置。

【請求項 5】 レーザ光源と、前記レーザ光源からの光を光ディスク上に集光する対物レンズと、前記光ディスクからの反射光を前記光学系から分岐する光分岐素子と、分岐された反射光を受光して電気信号に変換する受光素子と、前記受光素子からの電気信号から再生信号を得る演算回路から少なくとも構成される光ディスク装置において、前記分岐された反射光はさらに少なくとも 2 つに分岐され、それぞれ受光部に集光されており、第一の光束の受光部は光束全体を受光し、第二の光束の受光部は光束の周辺部を受光し、それぞれの信号を差動演算することにより再生信号を得ることを特徴とする光ディスク装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、レーザ光を用いて情報の記録再生を行う光ディスク装置に関し、特に光ディスク媒体が複数の記録層を有する場合に発生する層間での信号もれ込みをキャンセルする多層記録に対応した光ヘッドおよび光ディスク装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 現在普及している録画機はビデオテープを利用したものが一般的であるが、最近では光ディスクを利用した録画機も発売されている。光ディスクは、ビデオテープに比べてランダムアクセス性に優れており、使い勝手の点や、繰り返し再生、経時変化による画像劣化がほとんど無いこと、容積のコンパクトさから今後はますます光ディスクを使った録画機が一般的になると考えられる。また光ディスク装置は録画以外にも、コンピュータの外部記録装置として、あるいは音楽の記録再生装置など様々な用途に利用されており、今後ますます重要性が増すと考えられる。2003 年から 2005 年ごろを目標に、テレビ放送において、衛星放送のデジタル化、地上波放送のデジタル化が達成されようとしている。それに伴い、現在の放送よりも高精細な動画の放送が一般家庭にも普及し、この高精細動画をデジタル録画する要求が高まると考えられる。この高精細動画を、画質を損なうことなく 2 時間程度録画するには、容量にして 20～25 GB といった大容量を、コンパクトディスクあるいは DVD と同じサイズの直径 12 cm のディスクに記録する必要がある。つまり、記録密度を現在の DVD と比べて 4～5 倍程度に高める必要がある。記録密度を高める方法としては、レーザ光源を短波長化し、対物レンズの NA（開口数）をより高して、情報の記録再生を行うスポット径を縮小することが必要である。現在、DVD のレーザ光源の波長は約 660 nm、NA は約 0.6 であり、記録容量は片面 1 層で 4.7 GB を達成している。より短波長のレーザ光源として、青色半導体レーザ（波長 400 nm）が実用化しつつある。このレーザ光源を用いた場合、NA を 0.85 とすれば片面 1 層で 25 GB を達成できる。

【0003】 このように光ヘッドを改良することにより光スポットを縮小し、記録密度を増大させることもできるが、光ディスクに複数の記録層を設けることにより容量を増大させることも可能である。たとえば、現在 DVD-ROM、あるいは DVD-Video などの読み出し専用ディスクでは、片面 2 層記録により容量 8.6 GB が実現している。また、Jpn. J. Appl. Phys. Vol. 40 (2001) 1598 には、書き換え可能な片面 2 層記録媒体が発表されている。この例では、青色半導体レーザと、NA 0.65 の対物レンズを用いて、片面 2 層記録により 27 GB を達成している。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 上記のような多層記録ディスクの場合、目的の記録層を再生する場合に、他の

記録層からの信号のもれ込みが問題となってくる。通常記録層の間隔は、数十 μm 以上とっているため、目的の記録層以外の記録層でのスポットは十分ボケており、記録マークを分解できるほどの分解能はない。しかし、目的の層以外の反射率が大きく変動した場合、目的の層の再生エンベロープが振られるため、信号再生に悪影響を及ぼし、信頼性が劣化する。読み出し専用の2層ディスクでは、記録マークは両方の層の全面にあらかじめ記録されているため、このような反射率の変動はなく、信号再生に影響はない。しかし、書き換え可能な2層ディスクにおいては、記録領域と未記録領域が不規則に存在する場合が考えられる。また、DVD-RAMなどの書き換え型ディスクに採用されている集中アドレス方式では、アドレス部があらかじめエンボスピットとして形成されている。このような記録部、未記録部の反射率差、アドレス部などのエンボスピット部を通過する際の反射率差が目的の記録層以外に存在すると、この部分をスポットが通過する際に再生信号が振られ、再生に悪影響を及ぼす。この影響は、多層記録可能な書き換え型光ディスクに特有な新規の課題である。前者に対しては、すべての記録層全面にダミーの記録データをあらかじめ記録しておくことにより影響を回避できる。しかしこの方法は、ディスク製造時に行くと、ダミーデータを記録する分製造時間がかかるため、大量生産に向かず、コストが増大する。また、初めてディスクを使用する際に全面にダミーデータを記録するような仕組みを光ディスク装置に持たせることも可能であるが、すぐにディスクを使用できないという非常に不便なものになってしまう。また、後者に対しては、集中アドレスを採用せずに分散アドレスを採用し、記録層にエンボスピットなどの反射率が急激に変化する部分を設けない方法が考えられる。しかし、分散アドレスは集中アドレスに比べてランダムアクセス性が劣り、コンピュータ用途などには不向きという欠点がある。

【0005】このような課題に対して、本発明の目的は、書き換え可能な多層光ディスクにおいても良好な記録再生特性と、従来の光ディスクと同様のランダムアクセス性と使い勝手を持つ多層光ディスク媒体を記録再生可能な光ヘッド、ならびに光ディスク装置を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明の光ヘッドは、レーザ光源と、レーザ光源からの光を光ディスク上に集光する対物レンズと、光ディスクからの反射光を光学系から分岐する光分岐素子と、分岐された反射光を受光して電気信号に変換する受光素子と、受光素子からの電気信号から再生信号を得る演算回路から少なくとも構成されており、受光部は光ディスクに複数形成されている記録層の目的の記録層からの反射光を検出する受光部と、目的の層以外からの反射光を検出する受光部とを有し、そ

れぞれの信号を差動演算することにより、目的の層以外の層からの反射光のもれ込みをキャンセルした再生信号を得ることを特徴とする。

【0007】また、本発明の光ヘッドは、レーザ光源と、レーザ光源からの光を光ディスク上に集光する対物レンズと、光ディスクからの反射光を前記光学系から分岐する光分岐素子と、分岐された反射光を受光して電気信号に変換する受光素子と、受光素子からの電気信号から再生信号を得る演算回路から少なくとも構成されており、分岐された反射光はさらに少なくとも2つに分岐され、それぞれ受光部に集光されており、第一の光束の受光部は光束全体を受光し、第二の光束の受光部は光束の周辺部を受光し、それぞれの信号を差動演算することにより、目的の層以外の層からの反射光のもれ込みをキャンセルした再生信号を得ることを特徴とする。

【0008】また、この光ヘッドは、上記の第二の光束を用いて、焦点位置ずれ信号を検出することにより、戻り光の利用効率を向上できる。

【0009】本発明の光ディスク装置は、レーザ光源と、レーザ光源からの光を光ディスク上に集光する対物レンズと、光ディスクからの反射光を光学系から分岐する光分岐素子と、分岐された反射光を受光して電気信号に変換する受光素子と、受光素子からの電気信号から再生信号を得る演算回路から少なくとも構成されており、受光部は光ディスクに複数形成されている記録層の目的の記録層からの反射光を検出する受光部と、目的の層以外からの反射光を検出する受光部とを有し、それぞれの信号を差動演算することにより、目的の層以外の層からの反射光のもれ込みをキャンセルした再生信号を得ることを特徴とする。

【0010】また、本発明の光ディスク装置は、レーザ光源と、レーザ光源からの光を光ディスク上に集光する対物レンズと、光ディスクからの反射光を前記光学系から分岐する光分岐素子と、分岐された反射光を受光して電気信号に変換する受光素子と、受光素子からの電気信号から再生信号を得る演算回路から少なくとも構成されており、分岐された反射光はさらに少なくとも2つに分岐され、それぞれ受光部に集光されており、第一の光束の受光部は光束全体を受光し、第二の光束の受光部は光束の周辺部を受光し、それぞれの信号を差動演算することにより、目的の層以外の層からの反射光のもれ込みをキャンセルした再生信号を得ることを特徴とする。

【0011】また、この光ディスク装置は、上記の第二の光束を用いて、焦点位置ずれ信号を検出することにより、戻り光の利用効率を向上できる。

【0012】本発明の光ヘッドならびに光ディスク装置を用いることにより、多層の記録層を設けた書き換え型光ディスクを記録再生する際に、目的の記録層以外の記録層からの信号もれ込みを低減することができ、良好な記録再生特性が得られる。

【0013】

【発明の実施の形態】（実施例1）以下、図を用いて本発明の実施の形態を詳細に説明する。図1は、本発明の光ヘッドの光学系を示したものである。波長400nmの青紫色半導体レーザ101からのレーザ光は、コリメートレンズ102によってほぼ平行光にコリメートされる。偏光ビームスプリッタ103を透過した光は、立ち上げミラー104によって光ディスク媒体に向かって垂直に反射され、 $\lambda/4$ 波長板106によってほぼ円偏光になり、対物レンズ107（NA0.65、最適基板厚0.6mm）によって光ディスク媒体の情報記録面108上に集光される。情報記録面からの反射光110は、再び対物レンズ107にもどり、 $\lambda/4$ 波長板106によって入射時の偏光方向とは直交した直線偏光となる。偏光性回折格子105は、光ディスク媒体からの反射光の偏光方向のみに作用し、透過する領域に応じて、回折角度、あるいは回折方向が異なるようになっている。偏光性回折格子105によって回折された ± 1 次光と、回折作用を受けていない0次光は、偏光ビームスプリッタ103を反射し、検出レンズ112によって検出器113上に集光される。検出器113には、再生信号用受光領域114、焦点位置ずれ信号用受光領域115、トラッキングずれ信号用受光領域116、外側光束のトラッキングずれ信号用受光領域117が形成されている。光ディスク媒体の情報記録面が2層形成されている場合、目的の記録層108以外の記録層109からの反射光111も検出器上に戻ってくる。この反射光111は、再生信号用受光領域114上にも存在するため、記録層108の再生信号に、記録層109の再生信号が層間クロストークとして漏れ込む。記録層109の反射率が変化することにより、反射光111の強度が変化し、層間クロストーク量も変動する。このとき、記録層108の再生信号のエンベロープが振られるため、正確に記録層108の記録データを再生することができなくなる。この層間クロストークの影響を取り除くため、本実施例では、再生信号用受光領域114の周りに層間クロストーク受光領域117を設けている。層間クロストーク受光領域117には、記録層108からの反射光110の成分は含まれず、記録層109からの反射光111の成分のみが検出できる。この層間クロストーク受光領域117の信号と、再生信号用受光領域114の信号を差動演算することにより、層間クロストークの影響を取り除いた再生信号を検出する。図2に偏光性回折格子105の光束分割パターンを示す。反射光の光束径は、対物レンズ109の有効光束径と一致し、本実施例の場合4mm ϕ である。矢印202は光ディスク媒体の半径方向に対応し、矢印203は光ディスク媒体の回転方向に対応する。偏光性回折格子105は、反射光光束の中心を基準に、半径方向に2領域、回転方向に2領域、合計4つの異なる回折角、回折方向の領域に分割されている。それ

ぞれの領域の回折格子周期、および回折方向は、

領域204：周期25 μ m、回折方向22.5°

領域205：周期25 μ m、回折方向112.5°

領域206：周期25 μ m、回折方向157.5°

領域207：周期25 μ m、回折方向67.5°

とした。ここで、回折方向は、格子に垂直な直線と半径方向202のなす角として定義した。また回折効率は、0次回折光40%、+1次回折光20%、-1次回折光20%とした。この偏光性回折格子105により分割された反射光を、検出レンズ112により検出器113に集光する。検出器113上には、4つの+1次回折光によるスポットと、4つの-1次回折光によるスポットと、1つの0次回折光によるスポットの合計9スポットが形成される。これら反射光の検出器上でのスポットと、受光部との関係を図3に示す。検出レンズの焦点距離を20mmとした場合、検出器上のスポットは、格子周期25 μ mの領域（204、205、206、207）は0次回折光によるスポットを中心として半径0.32mmの円周上に形成される。矢印301は光ディスク媒体の半径方向を示し、矢印302は光ディスク媒体の回転方向を示している。以下に偏光性回折格子107の透過領域と、検出器112上のスポットとの関係を示す。

204から207の0次回折光：スポット303

204の ± 1 次回折光：スポット304aおよびスポット304b

205の ± 1 次回折光：スポット305aおよびスポット305b

206の ± 1 次回折光：スポット306aおよびスポット306b

207の ± 1 次回折光：スポット307aおよびスポット307b

図中のスポットは、対物レンズ107により形成される記録再生スポットの焦点位置と、光ディスク媒体の情報記録層が一致する場合を点で示している。記録再生スポットの焦点位置と光ディスク媒体の情報記録層108が一致する場合の情報記録層109からの反射光の形状は細い破線で示し、記録再生スポットの焦点位置と光ディスク媒体の情報記録層109が一致する場合の情報記録層108からの反射光の形状は太い破線で示している。0次光については、この目的の記録層以外からの反射光の形状は、記録層108によるもの、109によるものとも、318で示されるほぼ同じ形状となる。次に検出器113上の受光部形状について図3を用いて説明する。受光部316は0次回折光のスポット303を検出し、スポット位置が受光部316のほぼ中心となるように調整する。受光部316の大きさは100 μ m \times 100 μ mである。この受光部の信号は、おもに情報再生信号として用いる。ほぼ同じ形状の受光部が、304bから307bのスポットを検出するように、受光部312

から受光部315まで形成されている。これらの受光部の信号は、おもにプッシュプル検出法によるトラッキングずれ信号として演算され、トラッキング制御に用いる。受光部308a、308bはそれぞれ矢印301の方向に100 μ m、矢印302の方向に20 μ mの受光領域をもち、308aと308bの間はそれぞれに感度をもつ暗線部が20 μ m間隔で形成されており、スポット304aが暗線部の中心になるように配置されている。同様に、スポット305aからスポット307aに対して、ほぼ同じ構成の受光部308a、308bから311a、311bが形成されている。受光部313a、313bから受光部320a、320bまではおもに焦点ずれ信号として演算され、焦点ずれ制御に用いる。本実施例では、焦点ずれ検出としてダブルナイフエッジ法を用いており、現在4.7GBの容量を持つ多数回書き換え可能なDVD-RAMに採用されているランド・グループ記録方式に対しても安定に焦点ずれ制御を行うことができる。本実施例ではさらに、再生信号検出用受光部316の周りに、再生信号検出用光束の周りの光を検出する受光部317を設けている。受光部317は、スポット303を中心として、110 \times 110 μ m以上150 \times 150 μ m以内の範囲を検出する。受光部317の面積と受光部316の面積はほぼ等しく、この2つの領域で検出される記録層109からの反射光量はほぼ等しくなる。この受光部317は、目的の記録層108からの反射光は検出せず、記録層109からの反射光のみを検出できるため、再生信号に漏れ込む記録層109からのクロストークを信号演算によりキャンセルすることができる。つぎに、これらの受光部で得られた電気信号の演算方法について図4を用いて説明する。受光部308aから311aまでの信号、308bから311bまでの信号はそれぞれ加算され、差動演算機401で差動演算し、焦点位置ずれ信号402を得る。つまり焦点位置ずれ信号402は、(受光部308a+受光部309a+受光部310a+受光部311a)-(受光部308b+受光部309b+受光部310b+受光部311b)となる。また、受光部312と315の信号、受光部313と314の信号はそれぞれ加算され、差動演算機403で差動演算し、トラッキングずれ信号403を得る。つまりトラッキングずれ信号403は、(受光部312+受光部314)-(受光部313+受光部315)となる。再生信号は、層間クロストーク検出用受光部317の信号を可変増幅器405によりゲインをk1倍した後、差動演算器406により再生信号検出用受光部316の信号との差動演算を行い、層間クロストークをキャンセルした再生信号407を得る。つまり層間クロストークをキャンセルした再生信号407は、(受光部316-受光部317 \times k1)となる。このk1は受光部316と受光部317の面積がほぼ等しいので、1としても良いが、再生信号のジッタ、あるいは

はエラー率が最も小さくなるように、調整段階でk1の設定値を最適化するとより効果的である。また、光ディスク媒体の層間隔の製造ばらつきに対応するため、ディスクごとに再生信号のジッタやエラー率などが最も小さくなるように、k1の設定値を学習により最適化するとさらに効果的である。

(実施例2) つぎに、第2の実施例について、図を用いて説明する。第2の実施例は、上記実施例に示された再生信号の層間クロストークをキャンセルする効果に加え、フォーカスエラー信号の層間クロストークもキャンセルする効果をもつ光ヘッドである。第2の実施例の基本的な構成は図1で示されるのとほぼ同じである。検出器113の受光部の構成は、図5に示されるような配置になっている。受光部509は0次回折光のスポット303を検出し、スポット位置が受光部509のほぼ中心となるように調整する。受光部509の大きさは100 μ m \times 100 μ mである。この受光部の信号は、おもに情報再生信号として用いる。ほぼ同じ形状の受光部が、304bから307bのスポットを検出するように、受光部505から受光部508まで形成されている。これらの受光部の信号は、おもにプッシュプル検出法によるトラッキングずれ信号として演算され、トラッキング制御に用いる。受光部501a、501bはそれぞれ矢印301の方向に100 μ m、矢印302の方向に20 μ mの受光領域をもち、501aと501bの間はそれぞれに感度をもつ暗線部が20 μ m間隔で形成されており、スポット304aが暗線部の中心になるように配置されている。受光部501aの外側には、矢印301の方向に100 μ m、矢印302の方向に20 μ mの受光領域501cが配置され、受光部501bの外側には、矢印301の方向に100 μ m、矢印302の方向に20 μ mの受光領域501dが配置されている。同様に、スポット305aからスポット307aに対しても、ほぼ同じ構成の受光部502a、502b、502c、502dから504a、504b、504c、504dが図5のように形成されている。これらの受光部はおもに焦点ずれ信号として演算され、焦点ずれ制御に用いる。第1の実施例と異なり、第2の実施例では再生信号受光部509の周りには受光部を設けていない。第1の実施例では再生信号受光部の周りに設けられた受光部317を用いて、層間クロストークを検出したが、第2の実施例では受光部501c、501dから受光部504c、504dによって層間クロストークを検出する。これらの受光部は、目的の記録層108からの反射光は検出せず、記録層109からの反射光のみを検出できるため、再生信号に漏れ込む記録層109からのクロストークを信号演算によりキャンセルすることができる。これらの受光部で得られた電気信号の演算方法について図6を用いて説明する。受光部505と507の信号、受光部506と508の信号はそれぞれ加算され、差動演算機6

01で差動演算し、トラッキングずれ信号602を得る。つまりトラッキングずれ信号602は、(受光部505+受光部507)-(受光部506+受光部508)となる。受光部501cから504cまでの信号、501dから504dまでの信号はそれぞれ加算され、バッファアンプ603、604をそれぞれ通過した後、加算演算器605で加算される。この信号は、集光された戻り光束の周辺部のみを検出した信号であり、この信号と再生信号を差動演算することにより、層間クロストークをキャンセルすることができる。加算演算器605からの信号は、ゲイン可変アンプ606によってk1倍に増幅された後、受光部509からの信号と差動演算器607によって差動演算される。つまり層間クロストークをキャンセルした再生信号608は、(受光部509-受光部(501c+501d+502c+502d+503c+503d+504c+504d)×k1)となる。このk1は、偏光性回折格子105の回折効率と、受光部(501c+501d)と受光部509の面積比によって決まり、本実施例の場合約5倍であるが、再生信号のジッタ、あるいはエラー率が最も小さくなるように、調整段階でk1の設定値を最適化するとより効果的である。また、光ディスク媒体の層間隔の製造ばらつきに対応するため、ディスクごとに再生信号のジッタやエラー率などが最も小さくなるように、k1の設定値を学習により最適化するとさらに効果的である。焦点位置ずれ信号は、バッファアンプ603、604の信号を差動演算器609で差動演算した後、ゲイン可変アンプ610によってk2倍に増幅された後、差動演算器612に入力される。この差動演算器612のもう一方の入力には、受光部501aから504aまでの加算信号と、受光部501bから504bまでの加算信号を差動演算器611で差動演算した信号が入力される。つまり、層間クロストークをキャンセルしたフォーカスエラー信号613は、{(501a+502a+503a+504a)-(501b+502b+503b+504b)-(501c+502c+503c+504c)-(501d+502d+503d+504d)}×k2となる。このk2は、受光部(501a+501b)と受光部(501c+501d)の面積比によって決まり、本実施例の場合約1.5倍であるが、再生信号のジッタ、あるいはエラー率が最も小さくなるように、調整段階でk2の設定値を最適化するとより効果的である。また、光ディスク媒体の層間隔の製造ばらつきに対応するため、ディスクごとに再生信号のジッタやエラー率などが最も小さくなるように、k2の設定値を学習により最適化するとさらに効果的である。

【0014】つぎに、層間もれ込み信号の影響について、回折計算シミュレーションにより定量的に計算した結果について説明する。図7は、上記2つの実施例において層間クロストークキャンセルを行わない場合(つま

りk1=0)において、再生信号受光部316、509で検出される戻り光量がデフォーカス量によってどのように変化するかを計算した結果である。図7には5種類の結果が示されており、それぞれミラー面上701、未記録部の溝部上702、溝部の3Tスペース上703、溝部の3Tマーク上704、溝部の11Tスペース上705、溝部の11Tマーク上706の結果である。それぞれの条件については、具体的に図8で模式的に説明する。対物レンズ803で集光された記録再生スポットは、焦点位置801に集光される。記録層の位置と集光スポット801が一致しないとき、デフォーカスしたスポット802によって再生された信号が再生信号受光部で検出される。このときのデフォーカス量は、集光スポット801と記録層の位置の差804と定義する。ミラー面上とは、記録層806に溝部、記録部などが存在しない場合で、最も戻り光量が多い場合である。未記録部の溝部とは、ランド部807とグループ部808には全く記録がされていない状態とした。ここでランドとグループのピッチは0.32μm、溝深さは位相差でλ/6となるようにし、ランドの中心部とスポットの中心が一致する条件とした。3Tマーク上とは、3Tマーク809と3Tスペースが周期的に記録されている状態で、ランド上の3Tマークの中心部とスポットの中心が一致する条件とした。ここで、3Tマーク長、3Tスペース長は0.24μmとした。またマークの反射率は3%、スペースの反射率は15%とした。3Tスペース上とは、3Tマーク809と3Tスペースが周期的に記録されている状態で、ランド上の3Tスペースの中心部とスポットの中心が一致する条件とした。11Tマーク上とは、11Tマーク810と11Tスペースが周期的に記録されている状態で、ランド上の11Tマークの中心部とスポットの中心が一致する条件とした。ここで、11Tマーク長、11Tスペース長は0.88μmとした。11Tスペース上とは、11Tマーク810と11Tスペースが周期的に記録されている状態で、ランド上の11Tスペースの中心部とスポットの中心が一致する条件とした。これらの条件は、8-16変調方式で15GBの容量を単層の記録層で実現できる条件である。なお、再生信号受光部316、509の大きさは、上記実施例の条件とは異なり150μm×150μmで計算した。5μm以上スポットデフォーカスすると、3Tマーク上、3Tスペース上、11Tマーク上、11Tスペース上からの戻り光量がほぼ等しくなる。これは、デフォーカスすることによりスポットがぼけ、マークを分解して再生することができなくなることを意味している。5μm以上のデフォーカスの範囲では、ミラー部、マーク未記録部の溝上、マーク記録部の溝上の3種類の反射率レベルを考えれば良い。ミラー部は、DVD-RAMなどのエンボスビットを用いた集中アドレスを採用しているフォーマットに存在する。この場合、ミラー部と全面マーク記

録部の溝上との間で最も反射率変動が起きる。CD-RWのような溝のウォブリングによってアドレスを記録している分散アドレスの場合、全面マーク未記録部の溝上と全面マーク記録部の溝上との間で最も反射率変動が起きる。この反射率変動がクロストークとなり、目的の記録面の再生エンベロープに漏れ込むことにより、再生特性が劣化する。

【0015】図9に、この層間クロストークの影響を、目的の記録層の3T信号振幅に対する比として計算した結果を示す。図9上は再生信号受光部を $150\mu\text{m} \times 150\mu\text{m}$ とし、図9下は再生信号受光部を $75\mu\text{m} \times 75\mu\text{m}$ とした結果である。901は目的の記録層の3T信号振幅に対する、11Tマーク-11Tスペース間の反射光量変動量の比である。902は目的の記録層の3T信号振幅に対する、全面マーク未記録部の溝上と全面マーク記録部の溝上との間の反射率変動の比である。903は目的の記録層の3T信号振幅に対する、ミラー部上と全面マーク記録部の溝上との間の反射率変動の比である。このクロストーク量は、単層記録ディスクにおいて隣接トラックからのクロストークを評価するのと同じ比較の仕方であり、通常クロストーク量は -25dB 以下であることが要求されている。図9の結果から、層間クロストークは、デフォーカス量が大きい、つまり記録層の層間隔が大きくなるほど減少し、また検出器の面積が $1/4$ になると、層間クロストーク量も約 $1/4$ となることが分かる。しかし層間隔を大きくするとスポットに球面収差が生じるため、球面収差を補正しない場合2層記録での層間隔は $20 \sim 30\mu\text{m}$ （デフォーカス量で $12.5 \sim 18.7\mu\text{m}$ ）とする必要がある。また受光部の大きさを小さくすれば層間クロストークも小さくなるが、検出器の位置合わせが厳しくなり製造が困難になるので、検出器のサイズは $100\mu\text{m} \times 100\mu\text{m}$ 程度必要である。つまり、2層の書き換え型光ディスクを再生する際には、上記実施例にあるような層間クロストークをキャンセルする光ヘッドを用いる必要がある。

【0016】次に、本発明の光ヘッドを用いて層間クロストークをキャンセルした結果について説明する。図10は、上記第2の実施例の光ヘッドを用いて、書き換え型2層記録媒体のフォーカスエラー信号と再生信号のオシロスコープ写真を、通常再生時と層間クロストークキャンセル時とで比較したものである。この2層記録媒体の層間隔は $30\mu\text{m}$ であり、光入射側の記録層をL0記録層（図1の108）、他方をL1記録層（図1の109）と呼ぶ。L1の方の反射率はL0と比べて3倍近くあるが、それぞれの記録層の積層条件を最適化すればほぼ同じ反射率になる。通常検出時の再生信号は、L0とL1は分離せず、1つの山のような信号になっている。これはL0記録層にフォーカスされたときにはL1からの反射光が漏れ込んでいることを意味している。層間クロストークキャンセル時にはL0、L1のフォーカス領

域でそれぞれ分離した2山の信号になっている。それぞれの記録層にフォーカスしたときに、他の層からの反射光による信号はキャンセルしていることがわかる。またフォーカスエラー信号は、通常検出時にはL0記録層のフォーカスエラー信号がL1記録層のフォーカスエラー信号の裾と重なり、オフセットが生じているが、層間クロストークはL1記録層のフォーカスエラー信号の裾は急激に小さくなり、L0のフォーカスエラー信号と重ならず、オフセットも生じないことが分かる。第一の実施例ではこのフォーカスエラー信号の層間クロストークキャンセルの機構はないが、2層ディスクに安定にフォーカスサーボを行うには第2の実施例の方がより適しているといえる。しかし再生信号の層間クロストークについては、どちらの実施例も図10と同じ効果がある。

【0017】次に、ミラー部と溝部の間の反射率変動によるエンベロープの変動を、図11により実際の信号を使って説明する。図11の上図は、L1記録層に存在する長さ $7\mu\text{m}$ のミラーマークを再生した信号である。ミラーマークはディスクの半径方向には十分に長く、ディスクの回転方向の前後は溝部になっている。このようなミラーマークは、DVD-RAMの集中アドレス部に存在する。L1記録層に焦点を合わせた状態から、L0記録層に焦点を切り替えて同じ場所を再生した結果が図11の下図である。L0の信号のエンベロープがL1に存在するミラーマークによって変動している様子がわかる。これがまさにL0の再生信号に漏れ込むL1記録層からの層間クロストークである。この層間クロストークをキャンセルするために、上記2つの実施例で述べた光ヘッドを用い、層間クロストークをキャンセルした結果を図12に示す。図12の上図は図11とほぼ同じ結果であるが、層間クロストークをキャンセルした結果、図12の下図にはL1に存在するミラーマークによるエンベロープの振られが存在しない。この結果から、本発明の層間クロストークキャンセル機構は十分に効果があるといえる。

【0018】つぎに、本発明の光ヘッドを用いた光ディスク装置の実施例について、図13を用いて説明する。本発明の光ディスク装置には、上記実施例の光ヘッドと、光ディスク媒体を回転駆動するスピンドルモータ1301と、再生信号からユーザデータを復調する信号復調回路と、各種制御を行うサーボ制御回路と、ユーザデータを光ディスク媒体に記録するパターン変換を行う信号変調回路と、パターン信号に応じてレーザ101の発光制御、駆動を行うレーザドライバから構成される。光ヘッドから出力される焦点ずれ信号はサーボ制御回路に入力され、光スポットが光ディスク媒体上で最適な焦点位置となるように自動焦点制御信号が生成され、対物レンズ107を搭載しているアクチュエータを光軸方向に駆動する。トラッキングずれ信号はサーボ制御回路に入力され、光スポットが光ディスク媒体上のトラック中心

で記録再生を行うようにトラッキング制御信号が生成され、対物レンズ107を搭載しているアクチュエータを光ディスク媒体の半径方向に駆動する。再生信号受光部114からの再生信号と、114の周りに配置された受光部117からの層間クロストーク信号は、層間クロストークキャンセル回路に入力される。層間クロストークキャンセル回路は、図4のゲイン可変増幅器405と差動演算器406から主に構成されている。層間クロストークキャンセル回路から出力された再生信号は、信号復調回路に入力され、再生信号からユーザデータを復調する。本発明の実施例にある光ディスク装置を用いることにより、2層あるいはそれ以上の多層記録媒体の記録再生時に生じる層間クロストークをキャンセルすることができ、より信頼性の高い記録再生を行うことができる。

【0019】

【発明の効果】本発明により、2層あるいはそれ以上の多層記録媒体の記録再生時に生じる層間クロストークをキャンセルすることができ、より信頼性の高い記録再生を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の光ヘッドの光学系。

【図2】本発明の光ヘッドに用いる偏光性回折格子の回折パターン。

【図3】本発明の光ヘッドに用いる光検出器の受光領域パターンと、回折光の分布パターン（第1の実施例）。

【図4】本発明の光ヘッドに用いる光検出器の各受光部から得られる信号の演算回路（第1の実施例）。

【図5】本発明の光ヘッドに用いる光検出器の受光領域パターンと、回折光の分布パターン（第2の実施例）。

【図6】本発明の光ヘッドに用いる光検出器の各受光部から得られる信号の演算回路（第2の実施例）。

【図7】スポットのデフォーカス量と、再生信号受光部で検出される戻り光量との関係。

【図8】図7の計算条件の説明図。

【図9】目的の記録層の3T信号振幅に対する層間クロストーク量。

【図10】フォーカスエラー信号、再生信号の通常検出時と層間クロストークキャンセル時の比較。

【図11】層間クロストークによるミラーマークのもれ込みの影響。

【図12】層間クロストークキャンセルによるミラーマークのもれ込みの影響の低減。

【図13】本発明の光ヘッドを用いた光ディスク装置の実施例。

【符号の説明】

青紫色半導体レーザ
コリメートレンズ
偏光ビームスプリッタ
立ち上げミラー
偏光性回折格子

1/4波長板

対物レンズ

L0記録層（第1の記録層）

L1記録層（第2の記録層）

焦点上の記録層からの反射光光束（L0記録層からの戻り光）

焦点上にない記録層からの反射光光束（L1記録層からの戻り光）

集光レンズ

10 光検出器

再生信号検出領域

焦点ずれ信号検出領域

トラッキングずれ信号検出領域

層間クロストーク検出領域

201. 反射光光束径

光ディスク媒体の半径方向

光ディスク媒体の回転方向

光束回折領域

光束回折領域

20 光束回折領域

光束回折領域

光ディスク媒体の半径方向

光ディスク媒体の回転方向

0次回折光によるスポット

偏光性回折格子107の回折領域204の±1次回折光によるスポット

偏光性回折格子107の回折領域205の±1次回折光によるスポット

偏光性回折格子107の回折領域206の±1次回折光によるスポット

30 偏光性回折格子107の回折領域207の±1次回折光によるスポット

スポット304aを用いた焦点ずれ信号検出用受光領域

スポット305aを用いた焦点ずれ信号検出用受光領域

スポット306aを用いた焦点ずれ信号検出用受光領域

スポット307aを用いた焦点ずれ信号検出用受光領域

スポット304aを用いたトラッキングずれ信号検出用受光領域

スポット305aを用いたトラッキングずれ信号検出用受光領域

40 スポット306aを用いたトラッキングずれ信号検出用受光領域

スポット307aを用いたトラッキングずれ信号検出用受光領域

再生信号検出用受光領域

層間クロストーク受光領域

焦点上にない記録層からの反射光スポット

401. 焦点ずれ信号用差動演算器

402. 焦点ずれ信号（フォーカスエラー信号）

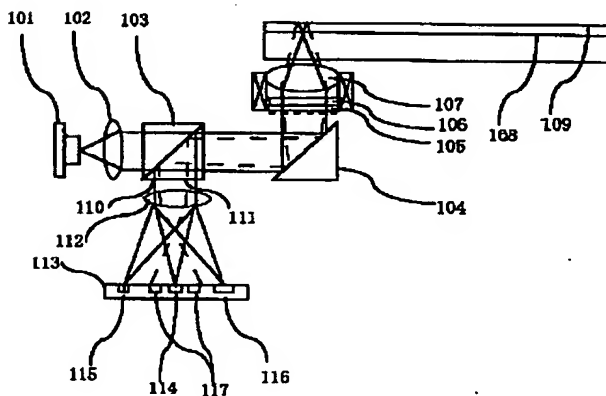
50 403. トラッキングずれ信号用差動演算器

15

- 404. トラッキングずれ信号
- 405. ゲイン可変増幅器
- 406. 層間クロストークキャンセル用差動演算器
- 407. 層間クロストークをキャンセルした再生信号
- スポット304aを用いた焦点ずれ信号検出用受光領域
- スポット305aを用いた焦点ずれ信号検出用受光領域
- スポット306aを用いた焦点ずれ信号検出用受光領域
- スポット307aを用いた焦点ずれ信号検出用受光領域
- スポット304aを用いたトラッキングずれ信号検出用受光領域
- スポット305aを用いたトラッキングずれ信号検出用受光領域
- スポット306aを用いたトラッキングずれ信号検出用受光領域
- スポット307aを用いたトラッキングずれ信号検出用受光領域
- 再生信号検出用受光領域
- 601. トラッキングずれ信号用差動演算器
- 602. トラッキングずれ信号
- 603. バッファアンプ
- 604. バッファアンプ
- 605. 再生信号クロストーク演算用加算演算器
- 606. ゲイン可変増幅器
- 607. 層間クロストークキャンセル用差動演算器
- 608. 層間クロストークをキャンセルした再生信号
- 609. 焦点ずれ信号の層間クロストーク演算用差動演算器
- 610. ゲイン可変増幅器

【図1】

図 1.

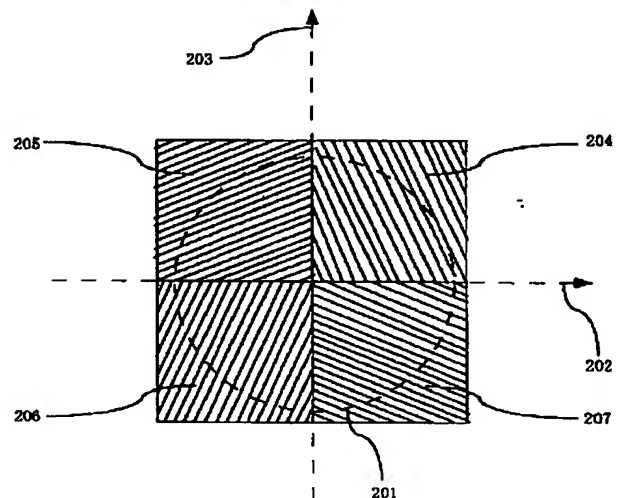


16

- 611. 焦点ずれ信号用差動演算器
- 612. 焦点ずれ信号の層間クロストークキャンセル用差動演算器
- 層間クロストークをキャンセルした焦点ずれ信号
- ミラー面上でのデフォーカスによる再生信号受光部の出力変化
- 溝部上(未記録部)でのデフォーカスによる再生信号受光部の出力変化
- 3Tマーク上でのデフォーカスによる再生信号受光部の出力変化
- 3Tスペース上でのデフォーカスによる再生信号受光部の出力変化
- 11Tマーク上でのデフォーカスによる再生信号受光部の出力変化
- 11Tスペース上でのデフォーカスによる再生信号受光部の出力変化
- 801. 光スポットの焦点位置
- 802. 光ディスクの記録面
- 803. 対物レンズ
- 804. デフォーカス量の定義
- 805. 光ディスクの記録面上でのデフォーカスした光スポット
- 806. ミラー面
- 807. 溝部上のランド部
- 808. 溝部上のグループ部
- 809. 3Tマーク
- 810. 11Tマーク
- 1301. スピンドルモータ。

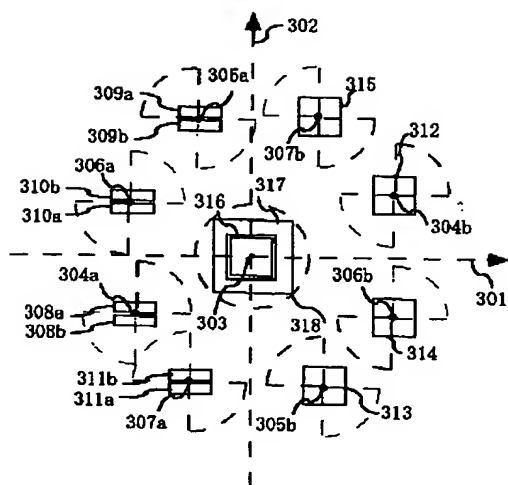
【図2】

図 2



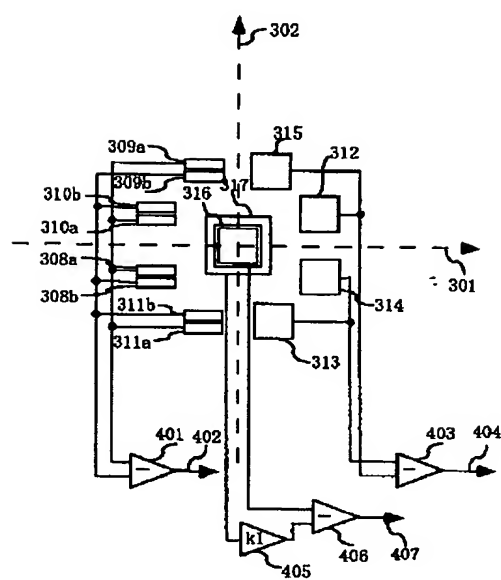
【図3】

図3



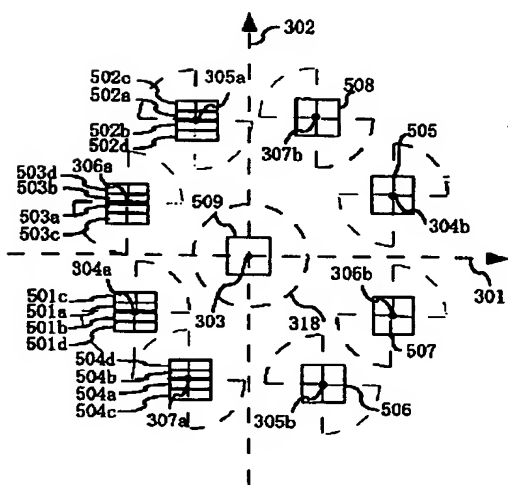
【図4】

図4



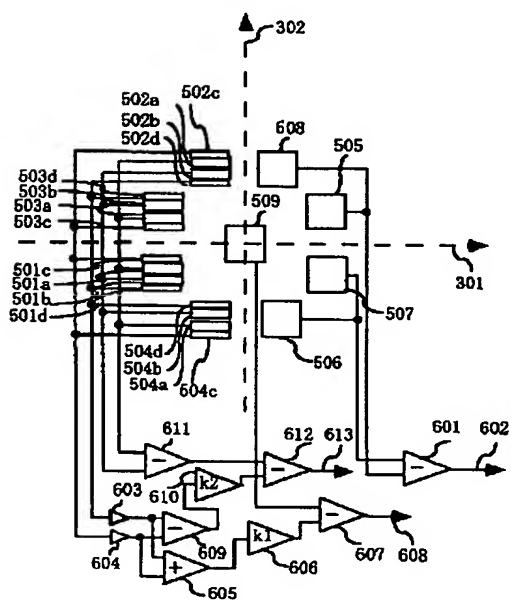
【図5】

図5



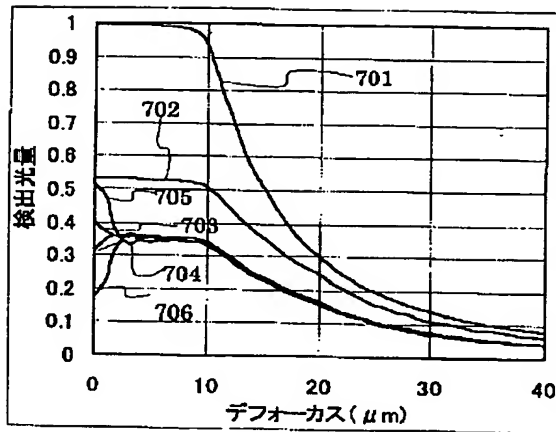
【図6】

図6



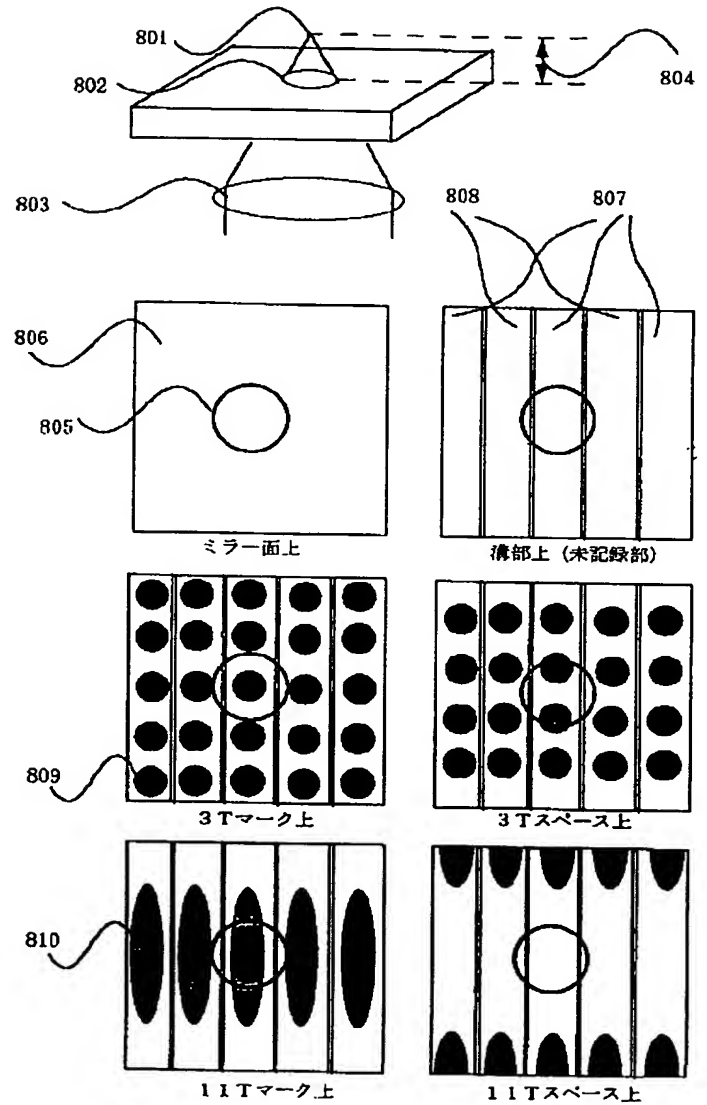
【図7】

図7



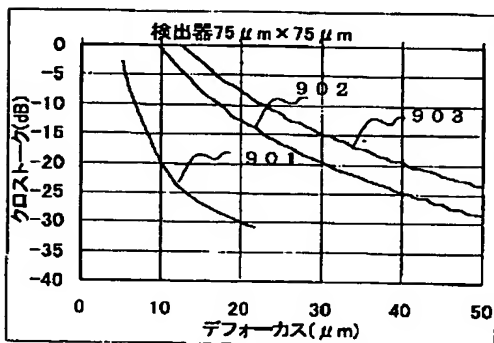
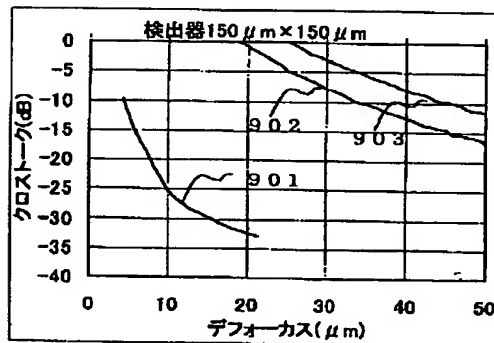
【図8】

図8



【図9】

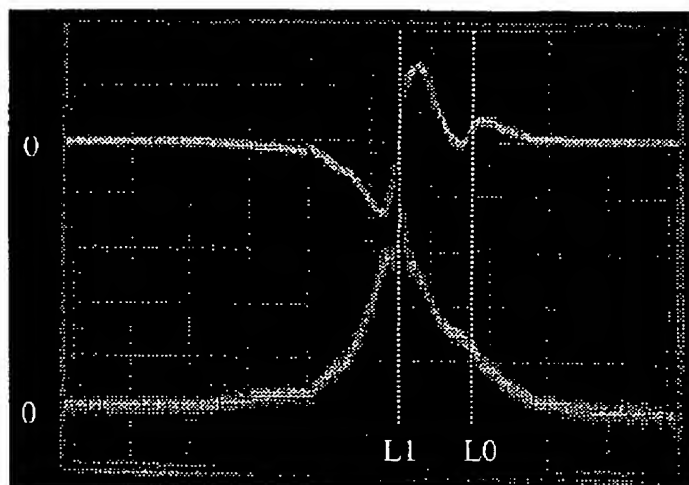
図9



【図10】

図10

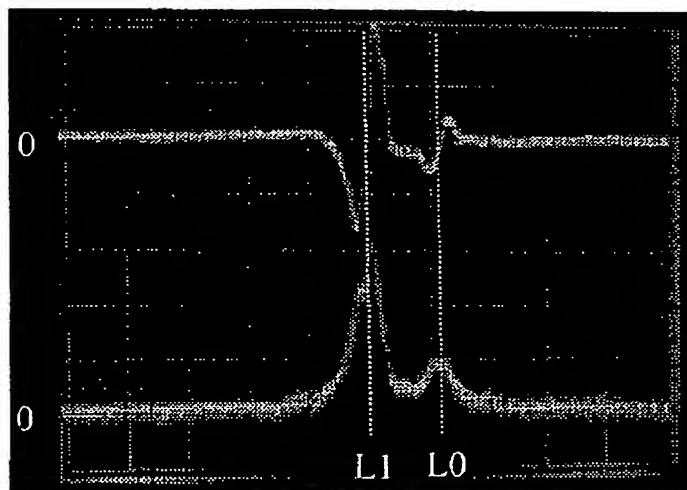
<通常検出時>



フォーカス
エラー信号
0.5V/div

再生信号
20mV/div

<層間クロストークキャンセル時>



フォーカス
エラー信号
0.2V/div

再生信号
20mV/div

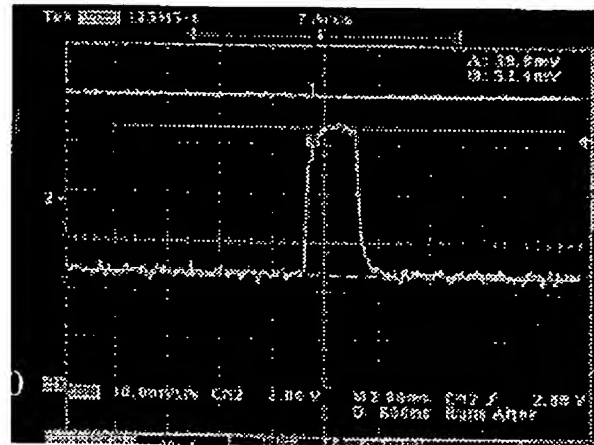
BEST AVAILABLE COPY

【図11】

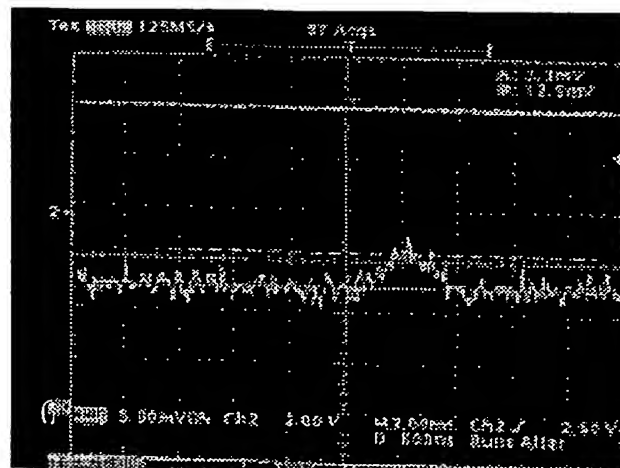
図11

<通常検出時>

L1のミラー部 (L1にフォーカス)



L1ミラー部のL0へのもれ込み信号 (L0にフォーカス)

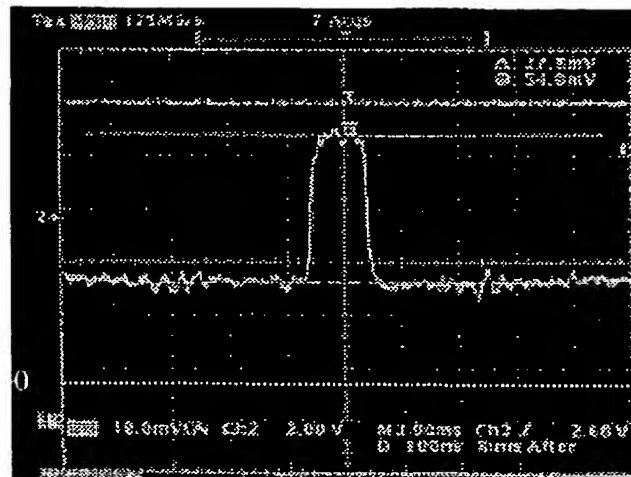


BEST AVAILABLE COPY

【図12】

図12

＜層間クロストークキャンセル時＞
L1のミラー部（L1にフォーカス）



L1ミラー部のL0へのもれ込み信号（L0にフォーカス）

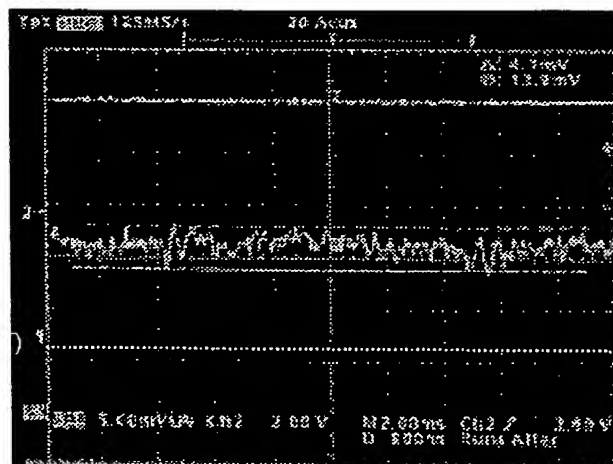
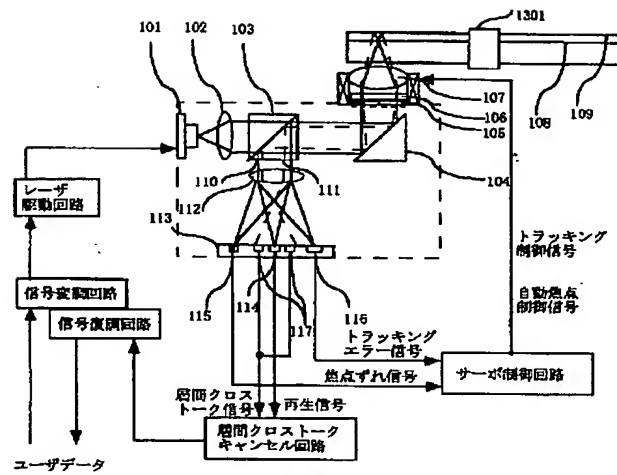


图 13.



Fターム(参考) 5D090 AA01 BB12 CC04 DD03 EE13
FF45
5D118 AA18 BA01 BB01 BB08 CD02
CF10 CF11
5D119 AA13 AA17 AA29 BA01 BB04
BB13 DA01 DA05 EA01 JA15
KA02 KA20 KA22